REVUE SUISSE DE ZOOLOGIE
Vol. 27, nº 4. — Juin 1919.

Ueber die Collembolenfauna der Nivalstufe

VON

Eduard HANDSCHIN

Liestal

Mit Tafel 1.

A. Einleitung.

In den Sommermonaten der Jahre 1916 und 1917 war ich in den Zentralalpen mit der Ausführung einer wissenschaftlichen Arbeit über die nivale Fauna der schweizerischen Hochgebirge beschäftigt. Ich hatte dabei meine Hauptaufmerksamkeit auf unsere kleinsten terrestrischen Arthropoden, die Milben und Collembolen gerichtet, da ich mir von einem intensiven Studium dieser Gruppen die grössten Erfolge und schönsten Resultate versprach. [1]

In den nachfolgenden Zeilen möchte ich nun die bei der Bearbeitung der Collembolen gewonnenen Resultate bekannt geben.

Das Studium der nivalen Collembolenfauna war um so dankbarer, als diese Gruppe in der Arbeit von Bäbler (4) über die nivale Fauna vernachlässigt worden war. Immerhin enthält seine kleine Faunenliste aus dem Vorabgebiet eine für die

[1] Ein reiches Material aus den Jahren 1905-1908, aus dem Unterengadin, ist mir von Herrn Dr. Carl in freundlicher Weise überlassen worden. Ich möchte ihm an dieser Stelle dafür, sowie für die zum Studium zur Verfügung gestellte reiche Fachliteratur bestens danken.

Wissenschaft neue Art, *Isotoma nivalis* Carl. Seine, sowie CARLS (11, 12) reiche Funde und Ermutigung liessen die Bearbeitung dieser Gruppe besonders vorteilhaft erscheinen.

Die Collembolen haben in der Schweiz noch wenig Bearbeiter gefunden. Zusammenfassende Arbeiten haben wir NICOLET (27) und CARL (11, 12) zu verdanken. Alle übrigen Autoren wie PERTY (29), PAPON (28), HENZI (18), DE ROUGEMONT (33), HALLER (17), VOGLER (44, 45, 46) und MÜHLBERG (25) lieferten nur kleine, gelegentliche Beiträge. Immerhin haben sie auch damit viel reiches Material zur Kenntnis der nivalen Fauna beigetragen.

NICOLET (26) beschrieb 1841 seine *Desoria saltans,* den Gletscherfloh, die er bei den geophysikalischen Vermessungen im Unteraargletschergebiet entdeckte. In seinem Hauptwerke (27), *Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles,* sind seine ersten Beobachtungen verwertet. Die nächste Notiz stammt von VOGLER (45), *Les Podurelles de la neige rouge,* worin er u. a. die nivale *Neanura alborufescens* aufstellt. Dann folgt CARLS Arbeit (11), die in Anlehnung an SCHÄFFERS (34) *Collembolen der Umgebung von Hamburg* einen Bestimmungsschlüssel für die damals bekannten « schweizerischen » Arten enthält.

Seit dem Erscheinen der CARL'schen Arbeiten sind in der Schweiz die Collembolen nicht mehr bearbeitet worden, obwohl seine Resultate verlockend waren und nur aus einem relativ kleinen Sammelgebiete stammten.

Bevor ich nun auf die Faunistik des nivalen Gebietes eintrete, möchte ich noch kurz einiges über die Sammel- und Präparierungsmethoden mitteilen. Die Collembolen finden sich fast an allen Lokalitäten, die ihnen genügende Feuchtigkeit bieten können. Der humusreiche Boden beherbergt solche wie der zerklüftete Fels; sie leben im Wurzelgeflecht der Pflanzen wie in ihren Blütenteilen; man findet sie unter Steinen wie auf der Oberfläche kleiner Schmelzwassertümpel und dem überrieselten Felse, und selbst das Eis der Gletscher bietet ihnen eine Wohnstätte. Da sie durch das Wenden von Steinen oder Aussieben von Erde und Rasenstücken zu Tage gefördert werden,

sind die Fangmethoden äusserst einfache. Mit einem in Alkohol getauchten Pinsel werden sie betupft und können dann, des Springvermögens beraubt, leicht in die Sammelflaschen gebracht werden. Zur Konservierung wandte ich immer 65 % Alkohol an; stärkere Konzentrationen erwiesen sich als unzulässig, da die Tierchen durch den starken Wasserentzug darin schrumpften. Zur Bestimmung musste oft erst das starke Pigment zerstört werden. Entpigmentierung wurde durch Kochen in KOH oder CH_3, CHOH, COOH (gewöhnlicher Milchsäure) erreicht. Die Tiere wurden dann in Wasser, Alkohol oder Glycerin untersucht, da sie dabei beliebig gewendet werden konnten. Zu Dauerpräparaten verwendete ich das Fehlmannsche Einschlussmittel und Glyceringelatine.

Von allen nivalen Collembolen ist *Isotoma saltans* am bekanntesten geworden. Sie dürfte wohl ihres eigentümlichen Vorkommens halber am « populärsten » von allen apterygoten Insekten geworden sein. Neben ihr war bis zu den Untersuchungen von Carl (11) nur noch *Aphorura alborufescens* Vogler bekannt (45). Obgleich Carl die oberste Stufe nur gelegentlich gestreift hat, sind durch ihn doch immerhin mehrere nivale Arten bekannt geworden. Ich zitiere hier nur: *Achorutes vernalis* Carl; *Tetracanthella alpina* Carl; *Isotoma alticola* Carl; *Isotoma hiemalis* Schött (*theobaldi* Carl); *Orchesella alticola* Uzel; *Lepidocyrtus lanuginosus* Gmel; ? *montanus* Carl; *Sminturus pruinosus* Tullb. (*hortensis* Fitch).

Bei Bäbler (4), der die nivale Stufe speziell bearbeitet, finden sich nur *Isotoma saltans* Ag., *I. nivalis* Carl, *Orchesella alticola* Uzel, *Lepidocyrtus* spec. und *Bourletiella pruinosa* Tullb.

Die Vermutung, in der nivalen Stufe ein äusserst reiches Gebiet zu finden, fusst auf der Tatsache, dass in tiefern Lagen während der Schneeschmelze besonders viele eigentümliche Arten anzutreffen sind, die dort während der Sommerszeit fehlen. Der Schneerand im Gebirge bietet nun immer die gleichen Bedingungen, wie die Zeit der Schneeschmelze im Tieflande. Winter- und Sommerarten müssen also in diesen Stufen beisammen anzutreffen sein.

In der Tat fanden sich von zirka 90 bis jetzt in der Schweiz bekannt gewordenen Arten 27 nival wieder; dazu kommen 5 für die Schweiz neue Arten, und zwei bis jetzt unbekannte Formen.

B. Systematik.

COLLEMBOLA.

Subord. **Arthropleona** Börn.

Fam. Poduridae Lubb.

Subfam. Hypogastrurinae Börn.

Gen. *Hypogastrura* Bourl.

1. *Hypogastrura bengtssoni* Agr. (*navicularis* Schött).

Eine Form, die ich in nassen Moos- und Silenepolstern des Désorhorns (2500)[1] gefunden habe, glaube ich mit dieser Art identifizieren zu dürfen. Im Bau der Mucronen und der Fussanhänge stimmt sie sowohl mit der Agren'schen Art *bengtssoni* als mit *navicularis* Schött überein; einzig die starke Verdickung der Dentes ist nicht so scharf ausgeprägt, was vielleicht auf die Einwirkung des Einschlussmittels zurückzuführen sein dürfte. In der Schweiz wurde diese Art bis jetzt noch nicht nachgewiesen.

Weitere Verbreitung: Skandinavien, Ostseeprovinzen Russlands.

2. *Hypogastrura armata* Nic.

Fuss vom Desorgletscher (2500^{m}), Ewigschneehorn (2800^{m}), Gletschergrind (2600^{m}), Blauer Schnee, Säntis (2500^{m}).

Die Art ist cosmopolitisch; sie bewohnt ganz Europa, Nord- und Südamerika, Neu-Seeland und Sumatra.

3. *Hypogastrura manubrialis* Tullb. (= *schötti* Reut.).

Hühnertälipass (3100^{m}), Gletschergrind (2600^{m}), Galensattel (3200^{m}), Galenstock (3400^{m}).

Weitere Verbreitung: Nord- und Mitteleuropa, England,

[1] Die geographischen Bezeichnungen der Lokalitäten wurden der Reliefkarte des Berneroberlandes von Kümmerli & Frey entnommen.

Sibirien und Südamerika. Die Art scheint wie die vorige cosmopolitisch aufzutreten.

4. *Hypogastrura vernalis* Carl (= *reuteri* Agr.).

Eine alpin-nivale *Hypogastrura*-Art glaubte ich mit der von Carl beschriebenen *vernalis* (12) identifizieren zu dürfen. Es bedarf jedoch seine sehr kurz gefasste Diagnose einiger Erweiterungen. Der Vollständigkeit halber gebe ich sie hier ganz wieder.

Diagnose : Grösse der Tiere $0^{mm},65$-$0^{mm},8$ (gemessen : $0^{mm},75$; $0^{mm},82$; $0^{mm},63$; $0^{mm},72$; $0^{mm},72$). Behaarung aus kurzen, einfachen Borsten, spärlich, gegen das Ende des Abdomens an Dichte zunehmend. Haut fein gekörnelt. Antenne und Kopf fast von gleicher Länge. Ant. I : II : III : IV = 3 : 3 : 5 : 6. Ant. IV dicht behaart, mit retraktilem Endkolben, Subapicalgrube und Papille, sowie mehreren (6-8) längern Sinnesborsten. Antennalorgan III typisch. Ommen 8 + 8. Postantennalorgan vorhanden, etwa so lang wie 2 Ommendurchmesser, aus zentralem und 4 peripheren Höckern, oft sogar noch mit Nebenhöcker. Augenflecke schwarz. Tibiotarsus mit 1 Keulenhaar. Klaue mit kleinem Innenzahn. Empodialanhang borstenförmig, mit schmaler Lamelle, etwa halb so lang wie die Klaue. Dens etwas kürzer als das Manubrium, trägt auf der dorsalen Seite mehrere Reihen von Hautkörnern. Von den 6 Dentalborsten ist die basale am stärksten entwickelt. Mucro : Dens = 1 : 3,5-4. Ventralrand der Mucronen bis vor die Spitze gerade, dann hackenartig nach vorn umgeschlagen. Mucronallamelle vorhanden, vor der Spitze plötzlich abbrechend, sodass sie eigentlich gelocht erscheint. Analdornen klein, auf kleinen sich berührenden Papillen. Tenaculum vorhanden ; Rami 4 zähnig. Farbe der Tiere dunkelviolett. Pigment ziemlich gleichmässig verteilt.

Die Art *A. vernalis* gehört zu den schon von Carl erwähnten Gruppen *A. manubrialis* Tullb (*assimilis* Krsb., *schötti* Reut.), *sahlbergi* Reut. (*schneideri* Schäff.) und *reuteri* Agr. Von *A. sahlbergi* und *A. manubrialis* ist sie hinlänglich durch den differenten Bau der Mucronen verschieden. Fast ebenso grosse Unterschiede zeigt der Bau der Empodialanhänge, die bei den

genannten Arten eine sich plötzlich verschmälernde Lamelle tragen. Besser stimmt *vernalis* mit *reuteri* überein, mit der sie Bau und Gestalt von Mucro und Empodialanhang gemeinsam hat. AXELSON (23) erwähnt auch den Nebenhöcker des Postantennalorgans für *reuteri* Agr. Da sonst im ganzen Habitus keine Differenzen vorliegen, welche für eine Trennung dieser beiden Arten ausschlaggebend wären, vereinige ich sie unter dem Namen *vernalis* (Carl), der schon von CARL 1901 seinen alpinen Exemplaren beigelegt wurde.

Gemmi, 2500m [1], Cima da Fex, 3100m (CARL), Unter Steinen in der Nähe von Schneefeldern. Weitere Verbreitung: Fennoskandia!

5. *Hypogastrura sahlbergi* Reut. (*schneideri* Schäff).

Gletschergrind, 2600m. Gipfel des Muttler, 3298m (CARL). Lischanna, 2650m (CARL).

Weitere Verbreitung: Russland, Finnland, Deutschland.

6. *Hypogastrura frigida* Axels.

Diese bis jetzt nur aus Finnland bekannte Art fand ich auf dem Unteraargletscher (2400m).

Obgleich der Bau der Mucronen nicht ganz einwandfrei festgestellt werden konnte, muss ich mein Exemplar zu der AXELSON'schen Art *frigida* (23) stellen. Besonders charakteristisch für diese Form sind die 5 tibiotarsalen Keulenhaare, von denen 1 besonders stark entwickelt ist. Auf allen Segmenten sitzen starke, stumpfe, schwach serrate Borsten, die gegen das Ende des Abdomens an Länge zunehmen und oft Klauenlänge erreichen. Sie sind geknict. Gekeulte Haare an den letzten Segmenten konnte ich nicht wahrnehmen. Die Antenne weist ebenfalls die Knickung zwischen Glied III und IV auf. Ant. I und II tragen je einen Kranz gleicher serrater Borsten wie die Abdominal-Segmente. Auch in der Grösse und Farbe sind keine Abweichungen zu konstatieren.

[1] Befindet sich kein Name hinter den Höhenziffern, so handelt es sich um eigene Funde. Ein reichhaltiges Material aus dem Clariden- und Silvrettagebiet verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. G. JEGEN, Obstalden.

Subfam. Onychiurinae Börn.

Gen. *Onychiurus* Gervais.

7. *Onychiurus armatus* Tullb.

Galensattel (3200m), Galenstock (3400m), Lischanna (2600-3000).
Verbreitung : Ganz Europa, Sibirien, Island. Grœnland, arktische Inseln (Bäreninsel, Jan Majen), Nord-Amerika, Chile.

7*a*. *Onychiurus armatus* Tullb.
var. *inermis* Axels.

Mit *O. armatus* zusammen an den gleichen Fundorten, fand ich eine weitere, ihr habituell bis auf die fehlenden Analdornen und Papillen gleiche Art, die zu der von Axelson aufgestellten Varietät *inermis* gehört. Für die Schweiz ist diese Form neu.
Galensattel (3200), Galenstock (3400).

Obgleich die Abart bis jetzt nur in Finnland gefunden wurde, dürfte sie doch eine ebenso weite Verbreitung besitzen wie die Hauptform, da sie mit ihr zusammen an den gleichen Lokalitäten vorkommt.

8. *Onychiurus zschokkei* n. sp.

Taf. 1, fig. 1-4, 9, 13.

Am Gerstenhorn (2650m) fand ich unter Steinen, auf dem Wasser treibend, eine kleine *Onychiurus*-Art, die in der Grösse, dem Bau des Postantennalorgans und der Analdornen von allen übrigen Arten stark abweicht. Die Diagnose für diese neue Art — ich benenne sie zu Ehren meines verehrten Lehrers — lautet folgendermassen :

Grösse der Tiere 0mm,97 - 1mm,17 (Extreme von 14 Messungen), Behaarung aus kurzen, einfachen Borsten, ausserdem an jedem Segmente noch einige längere, in einer Querreihe angeordnete, längere abstehende Haare. Haut fein granuliert. Antennen : Kopfdiagonale = 1 : 1,2. (Durchschnitt der Messungen 2,3 : 2,8.) Antennenglieder I : II : III : IV = 1 : 1,5 : 1,6 : 2,6. Antennenglied IV mit Subapicalgrube und Sinneskolben. Antennalorgan III typisch. Antennenbasis mit 3 Pseudozellen. Solche

finden sich übrigens über den ganzen Körper verteilt. Das Postantennalorgan besteht aus 23-28 einfachen, elliptischen und ovalen Höckern. Es verbreitet sich nach oben und erhält dadurch die Gestalt eines nahezu gleichseitigen Dreiecks. Klaue zahnlos. Empodialanhang schmal, etwa halb so lang als die Klaue, nur mit kurzem Fadenanhang. Analdornen fehlen oder sind nur ganz klein, wie stärkere Borsten ausgebildet. Analpapillen fehlen stets. Farbe weiss.

Trotz des enormen Grössenunterschiedes glaubte ich zuerst die Art zu *armatus* Tullb. stellen zu dürfen. Als mir jedoch deren Varietät *inermis* Axels., für die ich meinen Fund hielt, zu Gesicht bekam, waren die Unterschiede der beiden Formen so gross, dass eine Trennung nötig wurde. Verwandtschaftlich gehört *Onychiurus zschokkei* in die Gruppe *minor* Carl und *affinis* Agr. Sie würde das Endglied der Reihe darstellen, wobei von *minor* ausgehend eine Komplikation des Postantennalorgans mit einer Reduktion der Analdornen Hand in Hand ginge.

9. *Onychiurus alborufescens* Vogler.

Die Typen, die ich zu dieser Art stelle, zeichnen sich besonders durch den eigentümlichen Bau des Postantennalorgans aus. Dieses ist sehr lang, schmal und schwach S-förmig gebogen. Ich zählte 30-35 Höcker in demselben.

Col de Fenêtre, 2786^{m} (Carl), Claridenhütte, 2450^{m} (Jegen), Pischahorn, 2900^{m} (Jegen), Fuorcla da Fex, 3100^{m} (Carl), Champatsch, 2850^{m} (Carl).

10. *Onychiurus ambulans* Nic.

Ein Exemplar, das unzweifelhaft zu dieser Art gehört, fand ich hygropetrisch in der Nähe der Konkordiahütte in 2890^{m} Höhe. Die Art wurde für die Schweiz bis jetzt als rein jurassisch bezeichnet.

Weitere Verbreitung: Europa mit Ausnahme der nördlichsten Teile, Nord-Amerika.

11. *Onychiurus tuberculatus* Mon.

Diese für die Schweiz ebenfalls neue Art, fand ich sehr zahlreich im Materiale, das Dr Carl im Bündnerlande gesammelt hat.

Sulzfluh (2700m), Champatsch (2825m), Lischanna (2600m), Muttler (28-3000m). Moniez fand die Art in Höhlen Nord-Frankreichs.

Fam. Entomobryidæ Töm.

Subfam. Isotominæ Schäff.

Gen. *Tetracanthella* Schött.

12. *Tetracanthella alpina* Carl.

Taf. 1, Fig. 5, 10, 11, 15, 25.

Fundort: Cima da Fex, 3100m (Carl)

Da ich mit meinen eigenen Funden von *Tetracanthella* über die genaue systematische Stellung der Tiere nicht im Klaren war, bat ich Dr. Carl mir seine Exemplare zur Untersuchung zu überlassen. Es zeigte sich in der Tat auch, dass es sich bei meinen Tieren um eine von *alpina* verschiedene Spezies handelte. *T. alpina* ist seinerzeit mit der nordischen *pilosa* Schött vereinigt worden. Beim Vergleichen mit meinen Exemplaren einerseits, sowie den von Axelson neu revidierten und beschriebenen *pilosa* Schött und *wahlgreni* Axelson anderseits, stosse ich nun auf starke Gegensätze, die mich zur Wiedertrennung von *alpina* und *pilosa* veranlassen. (Axelson vereinigt beide unter dem Namen *pilosa* Schött).

Axelson hebt hervor, dass die Unterscheidungsmerkmale Carl's « das Fehlen echter tibialer Keulenhaare, sowie Einzelheiten im Umriss des Postantennalorgans und die durchschnittlich grössere Körperlänge » Merkmale sekundärer, individueller Natur seien. « Auch der Empodialanhang dürfte bei Carl übertrieben lang gezeichnet sein. [1] » Dass letzteres sicher nicht der Fall ist, konnte ich mich zur Genüge überzeugen. Wie sich die Carl'sche Art gegen meine Alpentiere abhebt, so ist auch die Abgrenzung den nordischen Arten gegenüber deutlich. Zum bessern Ueberblick gebe ich folgende Tabelle.

[1] An anderer Stelle trennt aber der gleiche Autor eine *Hypogastrura frigida* von der *harveyi* Fols. ab, bloss weil sie 5, die andere Form aber nur 1 tibiotarsales Spürhaar und etwas stärkere Analdornen besitzt. Dass gerade die letztern der genannten Merkmale die grössten individuellen Abänderungen erfahren, beweisen die vielen unbedornten Varietäten bedornter *Hypogastrura* und *Onychiurus*-Arten. Ueberzählige Analdornen finden sich häufig bei *Friesea*.

	T. alpina	*T. afurcata*	*T. pilosa*	*T. wahlgreni*
Empodialanhang	1/2—3/4 mal Klauenventralkante	kaum 1/5 mal Klauenventralkante	1/4 mal Klauenventralkante	1/2 mal Klauenventralkante
Furka	stark mit deutlich abgesetzten Dens und Mucronen	0	stark mit deutlich abgesetzten Dens und Mucronen	schwach, ohne deutlich abgesetzte Mucronen
Keulenhaare	0	0	2—4	2
Grösse	1,5—2,5 mm	0,8—1,0 mm	bis 2 mm	bis 2 mm

Eigentümlich ist nun schon, dass sich bei den beiden alpinen und nordischen Formen gewisse Merkmale kreuzen. Positiv unterscheiden sich die beiden Gruppen voneinander durch das absolute Fehlen der tibiotarsalen Spürhaare bei den alpinen Arten.

In der relativen Länge des Empodialanhanges dürften *T. alpina* und *T. wahlgreni* einerseits, *T. afurcata* mit *T. pilosa* anderseits übereinstimmen. Die Aehnlichkeit im Bau der Furka führen aber *T. alpina* und *T. pilosa* zusammen, während über *T. wahlgreni* die Spur zu *T. afurcata* mit der vollständig reduzierten Furka leitet.

Gestützt auf alle diese Tatsachen, schlage ich nun vor, alle vier Arten vorläufig getrennt zu lassen, bis vielleicht entwicklungsgeschichtliches Material diese Identitätenfrage aufklärt.

Zusammenfassend für die bis heute bekannten Formen ergibt sich folgendes Bild :

1. Furka entwickelt.

    2. Empodialanhang kurz, kaum 1/4 der Klauenventralkante. Tibiotarsale Spürhaare vorhanden.
    T. pilosa Schött

    2* Empodialanhang lang, 1/2—2/3 der Klauenventralkante. Tibiotarsale Spürhaare fehlen. *T. alpina* Carl

1* Furka schwach entwickelt oder fehlend.

    3. Furka vorhanden, Mucro nicht von den Dentes abge-

gliedert. Tibiotarsale Spürhaare vorhanden. Empodialanhang $^1/_2$ der Klauenventralkante.

T. wahlgreni Axels.

3' Furka fehlt, Keulenhaare fehlen; Empodialanhang nur $^1/_5$ der Klauenventralkante. *T. afurcata* n. sp.

13. *Tetracanthella afurcata* n. sp.

Taf. 1, Fig. 6, 14, 22, 26, 27.

Die Gründe, welche mich zur Abtrennung dieser Art zwingen, habe ich bereits oben dargelegt. Die Tiere sind sehr selten. Es standen mir im ganzen drei Exemplare zur Verfügung, die aus den verschiedensten Gegenden stammen, was vielleicht auf eine weite Verbreitung der Art hindeutet. Galenstock (3400^m), Lischanna (3000^m), Pischahorn, 2900^m (Jegen). Zwei der Tiere sind bei der gründlichen Untersuchung zu Grunde gegangen. Sie wiesen keine Spur von Furka auf. Das 3. Typenstück befindet sich in meiner Sammlung.

Vorläufige Diagnose: Körperform ziemlich kurz, gedrungen, walzenförmig, gleich breit (errinnert in gewissem Sinne an *Folsomia*). Kopf solang wie Th. I. und II. Kopfdiagonale etwas länger als die Antennen. (1 : 1,3). Antennenglieder I : II : III : IV = 2 : 3 : 3 : 5. Thorax II : III : Abdomen I : II : III : IV : V+VI = 10 : 8 : 7 : 7,5 : 7,8 : 9 : 4.

Antennenglied IV mit Endkolben und Subapicalpapille, sowie 6—8 Sinnesborsten. Antennalorgan III in schräger Furche, mit zwei Höckern. Postantennalorgan langgestreckt, länger als der schwarze Ommenfleck, nicht eingeschnürt. Ommen 8 + 8. Behäarung aus kurzen, anliegenden Haaren, die in eine nach hinten gerichtete Spitze auslaufen. Ausserdem an jedem Segmente noch einige längere, senkrecht abstehende, in einer Querreihe angeordnete Spitzborsten. Tibiotarsale Keulenhaare fehlen. Klaue zahnlos; Empodialanhang klein, $^1/_5$ der Klauenventralkante erreichend. Analdornen wenig gestreckt, nach aufwärts gekrümmt. Furka fehlt. — Farbe der Tiere dunkelblau; Segmentgrenzen und Extremitäten, sowie einige Flecken auf

dem Kopfe heller; Mund und Analdornen gelb [1]. Pigment schwer zerstörbar. Grösse der Tiere 0,81—1,03mm.

Gen. *Proisotoma* Börn.

14. *Proisotoma schœtti.* D. T.

Oberaargletscher (22-2400m), Desorhorn (2500m), Abschwung (2471m), Hühnertäligletscher (2500m), Rhonegletscher (2500m). Die Art findet sich sonst in weiter Verbreitung durch Nord- und Mitteleuropa, auf Spitzbergen und in Nordamerika (Californien.)

15. *Proisotoma crassicauda* Tullb.

Piz Muttler, 3100m (Carl), Lischanna (3000m).

Allgemeine Verbreitung: Schweden, Russland; Shettlandsinseln; Schweiz; Ungarn.

Gen. *Isotoma* Bourl.

Subgen. *Vertagopus* Börn.

16. *Isotoma westerlundi* Reut.

Eine häufige Form, die nach den drei tibiotarsalen Spürhaaren zu dieser Untergruppe zu zählen ist, stelle ich, da sie auch mit der Axelson'schen Diagnose übereinstimmt, zu dieser, bis jetzt rein borealen Art. Ich fand sie am Desorhorn (2500m), Hühnertälipass (3100m), Oberaarjoch (3300m) und auf dem Gipfel des Finsteraarhorns (4275m). Nach den Berichten von Linnaniemi tritt die Art in Finland als typische Winterform auf.

17. *Isotoma sensibilis* Tullb.

Ist ebenfalls seine sehr häufige, aber äusserst veränderliche Form. Ihre Farbe geht von einer netzartigen hellvioletten (am lebenden Tiere grau erscheinenden) Zeichnung bis zum dunkelsten Blau. — Ich fand die Art am Faulberg (Concordia, 2950m), Kranzberg (2800m), Unteraargletscher (2100-2500m), Höhorn (2765m), Galenstock (3400m), Galensattel (3200m) und Lischanna (2700-3109m).

[1] Vergl. Haller's Beschreibung der *Lubbockia cœrulea.* (17)

Isotoma sensibilis findet sich über Nord- und Mitteleuropa und Spitzbergen verbreitet und ist auch in Nordamerika gefunden worden.

Subgen. *Isotoma* s. str.

18. *Isotoma saltans* Ag.

Dieses echte Schnee- und Gletschertier fand ich auf allen untersuchten Gletschern. Wie ich aus meinen Untersuchungen zu schliessen glaube, findet sich die Art mit Vorliebe in den untern Gletscherpartien, wenigstens konstatierte ich die grösste Häufigkeit etwa von 2500 bis 2800^{m}. Oberhalb dieser Grenze habe ich sie immer nur vereinzelt angetroffen und nicht mehr in den gewaltigen Mengen, die für das Auftreten der Tierchen so charakteristisch sind.

Oberaarjochhütte (3800^{m}), Hühnertäligletscher (3000^{m}), Galenstock (3200-3400^{m}), Lischanna (3000^{m}), Muttler und Stammerspitze, bis 3298^{m} [1] (Carl).

19. *Isotoma nivalis* Carl.

Diese von Carl aus dem Bäbler'schen Materiale aufgestellte Art habe ich nicht aufgefunden. Die Funde stammen aus dem Gebiet des Piz Grisch und Crap ner (2760-2825^{m}).

20. *Isotoma hiemalis* Schött.

scheint eine echte boreo-alpine Form zu sein. Funde sind bis jetzt nur aus den Schweizeralpen und Fennoskandia bekannt geworden. Gerstenhorn (2650^{m}), Lischanna (3000-3109^{m}), Minschun, 2900^{m} (Carl), Champatsch, 2925^{m} (Carl).

Gen. *Agrenia* Börn.

21. *Agrenia bidenticulata* Tullb.

(*Isotoma lanuginosa* Carl)

Taf. 1, Fig. 7, 8, 12, 20, 21

Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr Menzel in Basel, der mir das von Prof. Thienemann überlassene Material der deut-

[1] Ich zitiere nur die höchsten Fundstellen.

schen Nordlandexpedition 1914 auslieferte, bin ich in der Lage, die Identitätenfrage der beiden Arten[1], sowie die unsichern Punkte in der Diagnose festzustellen.

Das untersuchte Material stammt vom Désorhorn (2500 m), Oberaargletscher (2200 m) und vom kleinen Siedelhorn (2400 m). CARL fand die Art im Unterengadin in der Nähe von Schneeflecken. Die nordischen Exemplare wurden auf Spitzbergen und Bäreninsel eingesammelt. Alpine und nordische Tiere stimmen vollkommen miteinander überein.

Durch eine leichte Färbung (nach vorhergegangener Entpigmentierung mit KOH) mit Methylenblau gelang es mir deutlich, die Sinneshaare am Antennenglied IV festzustellen. Am Ende finden sich drei Papillen, von denen die eine eine stiftartige Sinnesborste trägt. Das Antennalorgan III ist typisch und auch von LINNANIEMI in seiner Figur 1 (Taf. XIV) treffend wiedergegeben. Das Postantennalorgan stimmt mit CARLS Angabe überein. Einige Korrekturen bedürfen die Fig. 2 und 3, Taf. XIV AXELSONS. Die Klauen fand ich bei allen Exemplaren aus den Alpen und dem Norden in der Mitte mit einem Innenzahn bewehrt; CARL gibt denselben deutlich in seiner Zeichnung wieder. Ein Zahn befindet sich auch bei den Exemplaren auf der Aussenseite der Mucronen, sodass dieselben manchmal dreispitzig erscheinen. Einen Zahn, wie CARL ihn am basalen Ende zu sehen glaubt, habe ich nicht gefunden, wohl aber eine kurze Spitzborste (Mucronalborste?) die bei ungünstiger Lage einen solchen vortäuschen kann. Am Empodium befindet sich noch eine Protuberanz und eine Spitzborste die in der Figur LINNANJEMIS fehlen.

Als weitere Verbreitung der Art zitiere ich : Nowaja-Semlja ; Weisse Insel (Obmündung). Kap Tscheljuskin, Spitzbergen, Grœnland, König-Karlsland, Franzjosephsland — Schweden, Nordrussland (Kanin), Grossbritanien. — Die Art scheint also wiederum streng boreo-alpin zu sein.

[1] AXELSON zieht *Isotoma lanuginosa* Carl schon zu *Agrenia bidenticulata* Tullb., versieht das Vorkommen in der Schweiz aber noch mit Fragezeichen.

Subfam. TOMOCERINAE Schæff.

Gen. *Tomocerus* Nic.

22. *Tomocerus minor Tullb.* (*tridentiferus* Tullb).

Claridenhütte, 2400^m (JEGEN), Silvretta, 2400-2500^m (JEGEN), Lischanna (2800^m).

Die Art scheint über ganz Europa verbreitet zu sein. LINNANIEMI zitiert sogar noch die Azoren als Fundort.

Subfam. ENTOMOBRYINAE Schäff.

Trib. *Isotomurini* Börn.

Gen. *Isotomurus* Börn.

23. *Isotomurus palustris* Müll.

Von dieser in viele Varietäten zerspaltenen Species fand ich meist die var. *fucicola*. Doch war auch die Stammform in der nivalen Stufe vertreten.

IV. Dreieck (2800^m), Konkordia-Faulberg (2800-2950^m), Rotloch, Finsteraarhorn (3000^m), Kleines Siedelhorn (2300^m), Trübtensee (2500^m), Unteraargletscher (2500^m), Höhorn (2600^m), Gerstenhorn (2650^m), Rhonegletscher (2600^m), Lischanna, 3000^m und 2600^m (CARL).

Die Hauptform bewohnt ganz Europa, Sibirien und Nordamerika; die var. *fucicola* die nordischen Länder, Deutschland, Grossbritannien und die Schweiz. Andere Varietäten finden sich über die ganze Erde zerstreut. (Var. *prasina*. — Bismarkarchipel).

24. *Isotomurus alticolus* Carl.

Taf. 1, Fig. 16-19, 23, 24.

BÖRNER trennt die mit allseitig bewimperten, abdominalen Bothriotrichen ausgestatteten, früher zur Gattung *Isotoma* gestellten Arten, von der Familie der *Isotominae* ab und stellt sie unter die *Entomobryinae*. AXELSON bezweifelt zwar den Wert der Abtrennung, da er bei seiner *Archisotoma besselsi* die Bothriotriche (unbewimpert) auch vorfindet. Hier dürfte aber das

Hinzutreten einer grossen Tarsalboste, wie sie bei fast allen Entomobryinen auftritt, für die Stellung ausschlaggebend sein. *Isotoma alticola* Carl zeigt auch sonst, namentlich im Bau der Mucronen, grosse verwandtschaftliche Beziehungen zu *Isotomurus palustris,* der die Art angegliedert werden muss.

Die Art dürfte alpin-endemisch sein.

Durch meine Funde aus dem Grimselgebiet bin ich in den Stand gesetzt, Carl's Diagnose, die etwas kurz gefasst ist, in einigen Punkten zu erweitern. Der Vollständigkeit halber gebe ich sie hier ganz wieder.

Diagnose: Die Behaarung der Tiere besteht am Körper aus kurzen anliegenden und längern etwas abstehenden Haaren. An den Abdominalsegmenten IV und V finden sich ausserdem noch je ein (zwei ?) Paar sehr langer, allseitig bewimperter Bothriotriche, die sogar die Segmente an Länge weit übertreffen. Aehnliche, aber kürzere, gewimperte Borsten finden sich dorsal auf jedem Segmente. Ebenso findet sich im obern Drittel jedes Tarsengliedes eine lange, steife, senkrecht zur Gliedachse abstehende Borste. Antenne : Kopfdiagonale = 2 : 1. Antenne I : II : III : IV = 1 : 2 : 2,5 : 2,5. Antennalorgan III typisch aus 2 gegeneinander geneigten breiten Sinnesborsten bestehend. Sinneshaare am Antennenglied IV konnte ich nicht wahrnehmen, hingegen findet sich ein deutlicher Endhöcker. Alle Antennenglieder sind wie der Körper ausserordentlich dicht mit kurzen Spitzborsten besetzt. Das Postantennalorgan ist oval und erreicht etwa die Länge von 2 Ommendurchmessern. Der schmale aufgeworfene Rand besitzt auf den Längsseiten je 2 Einkerbungen, sodass in der Mitte je ein kleiner Lappen entsteht. Die Ommen (8 + 8) sitzen nahe beisammen auf einem schwarzen Augenfleck. Tibiotarsus ohne Keulenhaare. Die Klaue ist sehr lang und schmal und besitzt eine tunikaartige Scheide, welche gegen die Spitze oft mit einem kleinen (Lateral) Zähnchen bewehrt ist. Der Empodialanhang ist ebenfalls lang, schmal, etwa $1/3$ der Klauenventralkante und besitzt eine kleine, zahnartig vorspringende Innenecke. Empodium mit Borste. Corpus tenaculum mit zahlreichen Borsten. Rami mit 4 Zähnen. Mucrodens : Manubrium

= 2,5 : 1. Mucro langgestreckt, mit 4 Zähnen, ähnlich wie derjenige von *Isotomurus palustris* Müll. gebaut, nur schlanker. Apicalzahn am grössten, schlank; Ventralzahn am kleinsten. Dentes geringelt mit anliegenden Borsten. Grösse der Tiere 2,5-3,5^{mm}.

Ueber die Farbe der Tiere kann ich nicht bestimmtes aussagen, da die Farben wahrscheinlich durch den Alkohol verändert worden sind. Die Grundfarbe scheint mir auch ein grün bis oliv zu sein. Sonst herscht eine violette Pigmentierung vor, welche aber die Segmentgrenzen und Extremitäten frei lässt.

Ich fand die Art auf einer kleinen Steininsel am Gauligletscher (2600^{m}) und auf einem Schmelzwassertümpel bei der Grimsel (1900^{m}). Carl fand sie ebenfalls an sehr feuchten Standorten und häufiger gegen den Gletschermund zu, auf dem Schmelzwasser treibend. Auf dem Eise selbst fand er sie niemals. Es schliesst daraus, dass *I. alticola* den Gletschergrund bewohnen dürfte. Ich selbst hatte nicht Gelegenheit, die Art unter gleichen Umständen zu beobachten, glaube aber eher, dass es sich um einen Bewohner der Oberflächenmoränen handelt, da die Anwesenheit des starken Pigmentes und der wohlausgebildeten Ommen nicht auf ein Leben in der Dunkelheit schliessen lässt.

Tribus *Entomobryini* Börn.

Gen. *Entomobrya* Rond.

25. *Entomobrya nivalis* L.

Diese sehr häufige Form fand sich in den beiden Varietäten *maculata* Schäff. und *immaculata* Schäff., die neben der Hauptform, mit welcher sie durch viele Uebergänge verbunden sind, an den gleichen Lokalitäten vorkommen. Eine scharfe Abgrenzung erscheint mir deshalb nicht möglich.

Konkordia (2850^{m}), Kranzberg (2800-3150^{m}), Rotloch (3000^{m}), Oberaargletscher (2800^{m}), Kleines Siedelhorn (2624^{m}), Unteraargletscher (2000-2300^{m}), Ewigschneehorn (3000-3200^{m}), Gletschergrind (2600^{m}), Gerstenhorn (2000^{m}), Galensattel (3200^{m}), Lischanna (2800-3103^{m}), Minschun, 3070^{m} (Carl).

Verbreitung: Europa, Nord-Amerika; die var. *maculata* Nord- und Mittel-Europa, Spanien.

26. *Entomobrya corticalis* Nic.

Die wenigen Exemplare meiner Sammlung stammen vom Oberaargletscher (2200^{m}). Die Art ist aus ganz Europa und Japan bekannt.

Gen. *Lepidocyrtus* Bourl.

Das Studium der Lepidocyrten ist, wie schon CARL bemerkt, äusserst schwierig, namentlich was das konservierte Material anbetrifft. Vor allem gehört hier ein intensives Studium des lebenden Tieres zur genauen Determination. An toten Tieren, über die Schuppenmenge, die als Unterscheidungsmerkmal der Arten angeführt wird, Aufschluss zu geben, ist sehr problematisch, da die Schuppen auch beim bestkonservierten Materiale sehr leicht abfallen und fehlen können. Was den Glanz der Tiere anbetrifft, so habe ich die Beobachtung gemacht, dass derselbe je nach dem Alter der Tiere und den momentanen Beleuchtungsverhältnissen verschieden sein kann. Zur gleichen Ansicht kommt AXELSON bei der Bearbeitung von *lanuginosus* Gmel. und *albicans* Reut., wobei *albicans* die pigmentlose Jugendform darstellen würde. Da das Pigment nicht plötzlich auftritt, dürften wohl vom Silberweiss der Jugendformen bis zum stark violett irisierenden, ausgewachsenen *lanuginosus* viele Uebergänge vorhanden sein, die vielleicht auch *rivularis* Bourl. einschliessen. Denn meines Erachtens ist die relative Körpergrösse (bis 2^{mm}; bis 3^{mm}) kein tiefgehendes, systematisches, artenscheidendes Merkmal.

27. *Lepidocyrtus lanuginosus* Gmel.

IV. Dreieck (2800^{m}), Konkordia, Faulberg (2800-2950^{m}, Grüneck (2850^{m}), Kranzberg (2800-3150^{m}), Rotloch (3000^{m}), Finsteraarhornhütte (3237^{m}), Kleines Siedelhorn (2624^{m}), Trübtensee (2500^{m}), Pavillon Dollfuss (2400^{m}), Désorhorn (2500^{m}), Ewigschneehorn (3200^{m}), Alpligletscher (2500^{m}), Höhorn (2500-2798^{m}), Galensattel (3200^{m}), Säntisgipfel, 2500^{m} (CARL), Champatsch,

2800-2925^m (Carl), Minschun, 3070^m (Carl), Lischanna, 2600^m (Carl), Muttler, 2800-3000^m (Carl).

Verbreitung: Ganz Europa, Spitzbergen, Tschuktschenhalbinsel, Nordamerika.

28. *Lepidocyrtus rivularis* Bourl.

Nach eingehender Prüfung alles vorhandenen Materiales und Vergleichung desselben mit Funden von Carl aus dem Säntisgebiet, sehe ich mich veranlasst, *montanus* Carl mit der schon bestehenden *rivularis* Bourl. zu vereinigen. Nach meinem Dafürhalten haben wir es auch hier nur mit einem Färbungsextrem zu tun, wie bei *lanuginosus* und *albicans*. Immerhin mag die Höhenlage auf die Verdichtung des Pigments einwirken. Ein Vergleich der beiden Diagnosen zeigt das Gesagte besonders deutlich.

rivularis Bourl.	*montanus* Carl.
Körperfarbe gelbbraun bis braunrot (tot).	Lebend rostrot.
Antennenglied I + II bräunlich, III + IV violett.	Antennenglied III + IV grauviolett.
Zwischen den Antennenbasen eine schwarze Querbinde.	Kopfvorderrand schwarz, je durch eine schwarze Linie mit der innern Ecke der Augenflecke verbunden.
Behaarung schwächer als bei *lanuginosus*.	Rücken unbehaart, mit Ausnahme der letzten Abdominal-Segmente. Borsten serrat.
Antennenglied III : Antennenglied IV = 2,5 : 4.	Antennenglied III bedeutend kürzer als Antennenglied IV.
Mesonotum deutlich, doch nicht stark vorragend.	Mesonotum wenig vorragend.
Klaue mit 2 proximalen und gleich grossem Distalzahn.	Obere Klaue, mit 3 Zähnen, die 2 proximalen nebeneinander.
Empodialanhang schmal, ohne Ecke, etwa $^2/_3$-$^3/_4$ der Klauenlänge erreichend.	Untere Klaue ungefähr $^3/_4$ der Länge der obern Kralle, am Innenrande ohne Zähnchen, am Aussenrande mit solchem.
Mucronen mit 2 Zähnchen und 1 Basaldorn.	Mucro gross, mit 2 Zähnchen und langem Basaldorn.
Länge bis 2^mm (meist 1^mm,4-1^mm,6).	Länge 1^mm,5-2^mm.

Analog könnte man eine Parallelisierung mit *lanuginosus* weiterführen; die äussern Unterschiede, welche die Arten scheiden, sind ebenso gering und wohl kaum als Formen trennend zu betrachten, wie bei *rivularis* und *montanus* die kleine Ecke am Aussenrande des Empodialanhanges, die sehr leicht übersehen werden kann.

Zäsenberghorn, 2900m (CARL), Kranzberg (2950m), Désorhorn (2500m), Hühnertälipass (3100m), Ewigschneehorn (2900m), Alpligletscher (2500m), Gerstenhorn (2650m).

Allgemeine Verbreitung: Nord- und Mitteleuropa.

29. *Lepidocyrtus cyaneus* Tullb.

Lischanna (2700-3109m).

Die Art scheint wiederum cosmopolitisch zu sein. Sie bewohnt ganz Europa, Nordamerika und ist auch in Kamerun gefunden worden.

Tribus *Orchesellini* Börn.

Gen. *Orchesella* Templ.

30. *Orchesella bifasciata* Nic.

Faulberg (2900m), Kranzberg (2950m), Rotloch (3000m), Pavillon Dollfuss (2500m).

Allgemeine Verbreitung: Nord- und Mitteleuropa.

31. *Orchesella cincta* L.

Neben der Hauptform liegen mir auch Exemplare der var. *vaga* L. vor.

Konkordia (2870m), Kranzberg (2800m), Kleines Siedelhorn (2634m), Höhorn (2765m), Galenstock (3200-3400m), Champatsch 2925m (CARL), Minschun, 3070m (CARL), Muttler, 2800-3000m (CARL), Lischanna (3000m).

Europa mit Ausnahme der nördlichsten Teile, Nordwestsibirien, Nordamerika.

32. *Orchesella alticola* Uzel.

In ihrem Vorkommen ist diese Art die konstanteste von allen nival-alpinen Collembolenformen. Sie fand sich an fast allen bis jetzt zitierten Fundgebieten und Höhen.

IV. Dreieck (2800m), Konkordia-Faulberg (2800-2950m), Kranzberg (2800-2950m), Rotloch (3000m), Fisteraarhornhütte (3237m), Oberaargletscher (2400m), Trübtensee (2500m), Pavillon Dollfuss (2400m), Désorhorn (2500m), Gletschergrind (2600m), Piz Grisch, 2700-2893 (Baebler), Scaradratal, 2900-3000 (Rothenbühler), Champatsch, 2850-2925m (Carl), Minschun, 2900m (Carl), Muttler, 2800-3000 (Carl), Lischanna (2700-3109).

Subordo Symphypleona Börn.

Fam. Sminthuridae Lubb.

Subfam. Sminthurinae Börn.

Gen. *Bourletiella* Banks.

33. *Bourletiella pruinosa* Tullb.

Rotloch (3000m), Galensattel (3200m), Piz Grisch, 2780-2873m (Bäbler). Champatsch, 2925m (Carl), Minschun, 2800-3070m (Carl), Muttler, 2800m (Carl).

Verbreitung: Fennoskandia, Mitteleuropa, Nordeuropa.

34. *Bourletiella lutea* Lubb.

Konkordia, Faulberg (2800-2870m), Rotloch (3000m), Oberaarjochhütte (3300m), Oberaargletscher (2400m), Unteraargletscher (2400m), Grünbergligletscher (2600m), Ewigschneehorn (2800 bis 3200m), Gerstenhorn (2650m), Galensattel (3200m), Champatsch, 2925m (Carl), Minschun, 3070m (Carl), Lischanna (2800-3109m).

Verbreitung: Fennoskandia, England, Mitteleuropa.

* * *

Diese Liste ist durchaus nicht erschöpfend ; sie enthält ja nur die Funde aus einem relativ kleinen Gebiete der Alpen. Wie jede Untersuchung der Talfauna an andern Orten wieder neue, unbekannte Funde zu Tage fördert, wird auch für das Hochgebirge jede weitere Untersuchung eine dankbare Aufgabe sein.

Ueber die Lebensweise der Collembolen ist bis heute noch sehr wenig bekannt geworden ; ihre Kleinheit erschwert die direkte Beobachtung. Immerhin sind wir berechtigt, aus der

nähern Umgebung eines Tieres, namentlich wenn es sich um ungeflügelte Formen handelt, auf die Lebensweise der betreffenden Formen Rückschlüsse zu ziehen, wenn sich das Vorkommen an analogen Lokalitäten ständig wiederholt.

Auch diese Arbeit kann nur eine Zusammenfassung weniger Beobachtungen bringen.

Wie ich in der Einleitung bemerkt habe, sind für die Collembolen alle Lokalitäten bewohnbar, die nicht direkt von der Austrocknung bedroht sind. Da nun die Pflanzendecke in den höchsten Stufen nicht mehr so dicht ist wie im Tieflande und auch nicht mehr die gleiche reiche abwechselnde Manigfaltigkeit aufweist (ausserdem fehlen auch noch alle Wohnstätten, die von der Kultur des Terrains und durch die Anwesenheit der Bäume geschaffen werden), eine offene Formation darstellen, so tritt auch die Bevorzugung besonderer örtlicher Verhältnisse durch die Tiere besonders deutlich hervor.

Es dürften so *Isotoma saltans* und vielleicht auch *nivalis* (?) streng auf Schnee und Eis lokalisiert sein, die *Hypogastruridae*, *Proisotoma schötti* und *crassicauda, Ågrenia bidenticulata* (und vielleicht *Isotomurus alticolus*) und *Tetracanthella* auf kleine Schnee- und Gletscherinseln; die *Onychiurinae* finden sich nur auf schwach geneigtem Gelände, unter Steinen im Sickerwasser.

Isotomurus palustris lebt hygropetrisch.

Orchesella alticola, cincta und *Entomobrya nivalis* sind meist lichenophil.

Vertagopus sensibilis und die meisten *Lepidocyrtus* finden sich unter Steinen im Pflanzengeflechte und die *Bourletiellae* auf kleinen Schmelzwassertümpeln und überall dort, wo *Ranunculus glacialis* anzutreffen ist. Ich komme später noch einmal auf diese spezielle Abhängigkeit zurück.

Je humöser, reicher an vegetabilischen Stoffen und je unbeweglicher der Boden infolge Durchwachsung des Geländeschuttes wird, desto reicher wird auch die Collembolenfauna des Gebietes. — Die Ernährung der Tiere steht mit dieser Erscheinung im Einklang. Wie von verschiedenen Autoren mit-

geteilt wird und wie ich selbst zur Genüge Gelegenheit hatte zu konstatieren, ernähren sich die Collembolen z. T. von vermodernden Pflanzenstoffen. Demnach dürfte ihre vertikale Verbreitung so weit hinauf reichen als Pflanzen anzutreffen sind. In der Tat fand ich noch eine Art, *Isotoma (Vertagopus) westerlundi* Reut., auf dem Finsteraarhorn (4275^{m}), das sich durch das Vorkommen von Phanerogamen in der Gipfelregion auszeichnet. Etwas spärlicher dürfte die Nahrung der Schnee- und Eisformen sein. Sie besteht, wie Doflein[1] schreibt, aus Pollenkörnern, die aus den alpinen Koniferenwäldern zur Zeit der Blüte hinauf transportiert werden. Von Pollen dürften sich auch die Anthophilen ernähren. Als solche bezeichne ich *Bourletiella lutea* und *pruinosa*. Beide fanden sich stets in grossen Mengen (bis 50 Stück) in den Blüten von *Ranunculus glacialis*. Das Vorkommen war so konstant, dass ich aus der Anwesenheit der Pflanzen stets auf diejenige der Tiere schliessen konnte und umgekehrt. Carl beobachtete die gleichen Arten in den Blütenköpfchen der Kompositen[2].

Ueber die sonstige Lebensweise ist sehr schwer etwas positives auszusagen, da die meisten Tiere unter Steinen oder in Pflanzenpolstern ein verstecktes Leben führen. Stört man nun die Tiere durch Wenden der Steine oder Zerzupfen des Pflanzengeflechtes, so suchen sie so rasch als möglich wieder ein neues Versteck zu erreichen. Zum Springen scheinen sie sich nur in äusserster Not zu entschliessen. Durch ihre Kreuz- und Quersprünge leiten sie vielleicht allfällige Verfolger irre. Während die furcaten Arthropleonen sich relativ selten zum Springen bequemen, springen die Symphypleonen sehr oft. Schon die kleinste Erschütterung der Umgebung löst bei ihnen diese Fluchtreaktion aus[3]. Auf meinen Exkursionen hatte ich mehrere

[1] Hesse und Doflein. *Tierbau und Tierleben*. Bd. II.

[2] Aehnlich lebt bei uns in Gewächshäusern *Entomobrya spectabilis* in den Blüten der Orchideen. Sie findet sich fast ausschliesslich während der Blütezeit der Pflanzen.

[3] *Isotoma saltans*, die mit sehr gutem Springapparat ausgerüstet ist, verschwindet beim Berühren mit einem Pinsel in den kleinsten Eisritzen und ist so für den Sammler verloren. Andere bodenbewohnende Arten suchen in den

Male Gelegenheit, Massenauftreten und Massenwanderungen von Collembolen zu beobachten. Es handelte sich bei diesen Wanderungen nicht immer um einzelne Arten, wie z. B. lauter *Isotoma saltans,* sondern öfters konstatierte ich mehrere Arten zu Wandergesellschaften vereinigt (*Isotomurus palustris, Isotoma saltans* und *Proisotoma schötti;* Siedelhorn, 24. VII. 16, 2500^{m}). Massenerscheinungen sind von den verschiedensten Autoren beobachtet worden. Nirgends findet sich jedoch in der Literatur eine befriedigende Angabe über die Ursache und das Wesen dieses eigentümlichen Auftretens der Insektenhorden. Zu gewissen Zeiten, wie Bergbewohner und Touristen meinen, bei Witterungsumschlag, treten die Schaaren an der Oberfläche des Eises auf weite Strecken hin auf. Ich glaube jedoch nicht, dass barometrische Schwankungen diese Erscheinung auslösen können, da ich vom 19. VII bis 10. VIII. 1916 solche Massenwanderungen sehr häufig beobachtete, obgleich mit Ausnahme vom 24. VII. weder Barometerschwankung noch Witterungsumschlag zu konstatieren war. LATZEL (20, 21), der dieses eigentümliche Auftreten historisch und systematisch bearbeitet hat, bringt diese Erscheinung mit den Befruchtungsvorgängen in Einklang. Er beobachtete grössere und kleinere Tiere in den sogenannten «Flecken» und will die Tiere bei der Copula gesehen haben. Gesuchter und eigentlich keine Erklärung gebend sind die Deutungen des Problems durch WESTERLUND. Er glaubt, dass im Winter, wenn die Nahrung knapp wird, die Tiere auf den Flechtenüberzügen der Bäume sich ansammeln und dann vom Winde auf die Schneedecke herabgeweht werden. Auch

feinsten Bodenspalten ihr Heil. Die Symphypleonen, die entweder die Wasserfläche bewohnen, in die hinein sie sich nicht verkriechen können, oder die auf Pflanzen leben, müssen eben von diesen Lokalitäten aus das schützende Erdreich zu gewinnen suchen, was bei der geringsten Erschütterung durch den Sprung geschieht.

Die Onychiurinen, die keine Springgabel besitzen, rollen sich ventral ein. Ihr Körper erhält dabei annähernd Kugelgestalt und kann auf leicht geneigtem Terrain unter Umständen an geschützte, tiefere Stellen rollen. Immerhin dürfte diese Art der Flucht die unsicherste darstellen. Die Tiere sind jedoch in der Regel durch ihre subterrane Lebensweise (vergl. oben) hinlänglich geschützt.

Wahlgren nimmt ein Zusammentragen der Massen durch den Wind an.

Hunger und Fortpflanzung spielen wohl eine Rolle beim Massenauftreten der Collembolen, der Wind scheint jedoch ein ganz nebensächlicher Faktor zu sein. Latzel kommt meiner Ansicht nach dem Problem am nächsten. Der Fortpflanzungstrieb der Tierchen dürfte aber nicht der Hauptgrund der Massenerscheinung selbst sein.

Meist findet man die Tiere einzeln. Zu gewissen Zeiten zeigen sich aber sogenannte Flecken auf dem Schnee, Herde, von denen aus sie sich dann nach allen Richtungen ausbreiten. Nun fand ich am Unteraargletscher (21., 22., 29. und 30. VII. 1916) an Steinen, die direkt dem Eise auflagen, auf der Unterseite ein feines gelbrotes « Pulver », das sich als Eier von Collembolen (*Isotoma saltans* Ag.) erwies. Im Innern waren schon ziemlich alte Embryonen erhalten, alle, wie es scheint, auf gleicher Altersstufe. Nach Provaçec (31) dauert die Entwicklung 8 bis 10 Tage. In diesen Regionen des Gebirges dürfte aber die Entwicklungsdauer, wie bei den übrigen Arthropoden verlängert sein. (Da die Durchwärmung des Bodens dabei sicher eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, dürfte die Dicke und Färbung der Steinplatten, unter denen sich « Brutstätten » befinden, das Erscheinen der Tiere beschleunigen oder verzögern.) Da nun nach dem Ausschlüpfen der Collembolen sofort eine grosse Nahrungsmenge benötigt wird, die unter den relativ kleinen Steinen unmöglich zu finden ist, so beginnen die Tiere sich nach allen Seiten zu zerstreuen. Ist nun der Brutstein noch von Schnee bedeckt, so müssen natürlich die jungen Tiere erst die Schneeschicht durchwandern, was wohl auf dem kürzesten Wege geschehen dürfte. Es zeigen sich dann eben in den Anfangsstadien der Oberflächenwanderung über dem Entwicklungsherde die sogenannten Flecken.

Reifezustände mögen nun wohl die Menge der Tiere zusammenhalten und der Wind vielleicht für die momentane Richtung der Wanderung massgebend sein; als primäre Ursache dürfen sie jedoch nicht betrachtet werden. Unbehindert von

äussern Ursachen wird eben die Reise von Orten höherer Individuenkonzentration nach solchen mit tieferer erfolgen. Bei der grossen Ausdehnung der Massen über das Eis und den gewaltigen Individuenmengen, die sich an der Wanderung beteiligen, ist es sehr leicht möglich, dass sich zur Eiablage an günstigen Orten wieder viele Individuen zusammenfinden, oder von Schmelzwässern an gleiche Orte transportiert werden. Es kann sodann ein neuer Wanderherd gebildet werden.

Als besonders eigentümlich für die nivale Stufe möchte ich hier die Anpassung der Collembolen an das Leben auf den Eis- und Schneefeldern erwähnen. Wohl finden sich auch ab und zu Tiere dieser Gruppe in tiefern Lagen [1], auf analogen Fundstellen; das Auftreten an solchen Orten ist jedoch stets nur temporär. Auch das Vorkommen unter Steinen, die noch tief mit Schnee bedeckt sind [2], scheint mir nicht ausserordentlich, da durch die isolierende Wirkung der Schneedecke die Tiere vor einer tötlichen Abkühlung bewahrt werden. Anders ist es bei der an der Oberfläche lebenden Schnee- und Eisfauna.

Bachmetjew ist bei seinen physikalischen Experimenten an Insekten zu Resultaten gekommen, die auch als Antwort auf die Frage nach der Lebensmöglichkeit auf Schnee und Eis bei den Collembolen gelten kann. Der Tod der Insekten tritt erst bei der Erstarrung der Körpersäfte ein. Diese findet aber erst nach bedeutender Unterkühlung der Säfte statt. Eine Flüssigkeit kann aber um so stärker unterkühlt werden, je grösser ihre Oberflächenspannung wird. Diese nimmt ihrerseits mit der Verminderung des Krümmungsradius zu. Es folgt daraus, dass je kleiner die flüssigen Massen werden, desto grösser ihre Unterkühlungsfähigkeit wird. In der Kleinheit des Körpers liegt also der beste Schutz gegen eine tötliche Abkühlung, die beste Anpassung an das Leben in der Nivalstufe.

Dazu kommt noch, dass je kleiner die Masse eines Körpers wird, seine Oberfläche im Verhältnis zum Volumen zunimmt.

[1] Beobachtungen von Krausbauer, Linnaniemi u. a.

[2] Beobachtungen von Krausbauer und Bäbler.

Da aber mit der Grösse der Oberfläche der Energieaustausch gesteigert wird (grosse Oberfläche), sind auch die kleinen Tiere an die verschiedenen Lebensbedingungen (Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Trockenheit) viel leichter anpassungsfähig als grössere Arten. Die kosmopolitische Verbreitung vieler nivaler Collembolen scheint mir für die Richtigkeit der obigen Annahme der schlagendste Beweis.

Sicher spielt bei der thermischen Anpassung das dichte Haarkleid und die Färbung der Tiere eine Rolle. Tiere, die auf dem Eise und Schnee leben, wie *Isotoma saltans, hiemalis, nivalis, Proisotoma schötti, crassicauda, Tetracanthella alpina* und *afurcata* sind schwarz oder dunkelblau pigmentiert; wird eine bestimmte Unterlage auf Schnee- oder Gletscherinsel bevorzugt, so zeigt das Tier auch deren Charakterfarbe. (*Orchesella* und *Entomobrya* auf Flechten : gelb und schwarz gefleckt; *Bourletiellae* in Blüten : gelb bis grüngelb.) Tiere, die das Dunkelleben bevorzugen, sind unpigmentiert (*Onychiurus*).

Da durch die starken thermalen Schwankungen, die durch die Insolation hervorgerufen werden, die Bodenfeuchtigkeit der obersten Schichten stark beeinflusst wird, gleichen die an die Feuchtigkeit gebundenen Collembolen die Schwankungen in der Feuchtigkeit durch vertikale Tiefenwanderung aus. Zur Zeit der maximalen Bestrahlung wird man an exponierten Stellen vergeblich nach ihnen suchen, oder nur spärliche Ausbeute erlangen, während die Morgen- und Abendstunden reiche Materialien liefern. Stellen mit nördlicher oder westlicher Exposition werden dabei von der Insolation nicht beeinflusst, die direkte Bestrahlung fehlt, eine Wanderung unterbleibt.

An allen Fundstellen findet man mit den Collembolen zusammen meist eine reiche Milbenfauna (Bdelliden, Trombididen, seltener Gamasiden). Es scheint, dass sich diese Tiere speziell von apterygoten Insekten ernähren und in ihrem Vorkommen von ihnen abhängig sind[1]. Es erklärt sich so auch das Zusam-

[1] Trouessart und Trägarth beobachteten Bdelliden direkt beim Verzehren von Collembolen.

menleben dieser beiden Tiergruppen an den äussersten Grenzen; BÄBLER meldet beide noch vom Finsteraarhorngipfel.

Ueber die Verbreitung der nivalen Collembolen ist man bis heute sehr lückenhaft unterrichtet. Das ganze Faunengebiet ist noch viel zu wenig nach dem Vorkommen der einzelnen Arten durchforscht. Viele Arten sind nur von einer oder wenigen Fundstellen bekannt geworden, bei andern sind die Fundortangaben ungenau. Auch in diesen Ausführungen mussten die allgemeinen Verbreitungsdaten weit gefasst werden, da ich diesbezüglich ganz auf die Literatur angewiesen war. Nach meinen Beobachtungen muss ich schliessen, dass die einzelnen Arten aber eine viel grössere Verbreitung besitzen, als wir vielleicht bis heute annehmen können. Durch ihre microthermische Anpassungsfähigkeit finden sie überall geeignete Zufluchtsstätten und infolge ihrer Kleinheit werden sie nur zu oft übersehen. Auch ist ihre Verbreitungsmöglichkeit viel grösser als die anderer ungeflügelter Tiere, da ihnen weder Wasser und Festland, Eis noch Schnee Hindernisse zu bieten vermögen. Ob das Vorkommen der Collembolen zu zoogeographischen Schlüssen verwertet werden kann, wird sich erst erweisen, wenn wir eingehend über ihre Faunistik auf der ganzen Erde unterrichtet sind.

Nach dem heutigen Stand der Kenntnis der Verbreitung der apterygoten Insekten ergibt sich für die nivale Fauna ungefähr folgendes Bild :

Eunival, d. h. solche Formen, die ausschliesslich der eigentlichen, geographisch umschriebenen Nivalstufe angehören und somit durch ihre Gegenwart diese Stufe biologisch gegen die tiefern hochalpinen abgrenzen, dürften

Isotoma saltans Ag.,
Isotoma nivalis Carl,
Tetracanthella alpina Carl,
Tetracanthella afurcata n. sp.
und *Onychiurus zschokkei* n. sp. sein.

Alle übrigen gehören der tychonivalen Fauna an. Es sind

dies somit alles Tiere, die wohl nival vorkommen, aber in tiefern Stufen häufiger anzutreffen sind.[1]

Unter dieser Tychonivalfauna müssen wir verschiedene Gruppen unterscheiden :

a. Alpine-endemische Arten, die also nur auf die Alpenkette beschränkt sind :

Onychiurus alborufescens Vogler
Isotomurus alticolus Carl
Orchesella alticola Uzel

b. Boreal-alpine Arten. Es sind diejenigen Formen, die das alpine Gebiet mit dem nordisch-borealen gemeinsam besitzt :

Hypogastrura vernalis Carl
Hypogastrura bengtnoni Agr.
* *Hypogastrura frigida* Axels.
Onychiurus armatus-inermis (Tullb.) Axels.
Proisotoma crassicauda Tullb.
* *Isotoma (Vertagopus) westerlundi* Reut.
* *Isotoma hiemalis* Schött.
Ågrenia bidenticulata Tullb.

Das Vorkommen dieser Tiere auf unsern Bergen ist besonders merkwürdig, da drei davon (die mit * bezeichneten) von dem bekannten finnischen Collembolenforscher Linnaniemi als typische Winterarten bezeichnet werden.[2]

c. Ubiquisten. Als solche dürften alle übrigen Collembolenformen zu bezeichnen sein. Sie leben in allen tiefern Stufen, finden aber auch nival ganz gute Existenzbedingungen. Dadurch unterscheiden sie sich prinzipiell von den Touristen, welche der Nivalstufe zu fehlen scheinen (vergl. oben).

Die ganze palaearktische Region dürfte von folgenden Arten bewohnt sein.

[1] Von ihnen zu scheiden sind die Touristen, deren Vorkommen in dieser höchsten Stufe nur ein zufälliger sein dürfte und die dort niemals ihre Entwicklung durchlaufen könnten. Unter den nivalen Collembolen dürften Touristen fehlen.

[2] Linnaniemi. *Die Apterygotenfauna Finnlands*, in : Acta soc. scient. fennica, T. XXXIV, nº 7, p. 95/96).

Onychiurus ambulans Nic.
Proisotoma schötti D. T.
Isotoma (Vertagopus) sensibilis Tullb.
Tomocerus minor Tullb.
Lepidocyrtus lanuginosus Gmel.
Entomobrya nivalis L.
Orchesella cincta L.
Bourletiella pruinosa Tullb.

Bis jetzt nur vom europäischen Kontinente bekannt sind :

Hypogastrura sahlbergi Reut.
Onychiurus tuberculatus Mon.
Lepidocyrtus rivularis Bourl.
Orchesella bifasciata Nic.
Bourletiella lutea Lubb.

Als cosmopolitische Formen müssen wir bezeichnen :

Hypogastrura armata Nic.
Hypogastrura manubrialis Tullb.
Onychiurus armatus Tullb.
Isotomurus palustris Müll.
Lepidocyrtus cyaneus Tullb.

Von einem weitern Vergleich der Collembolenfauna der Alpen mit derjenigen der Nachbargebirge muss ich leider absehen, da dieselben bis jetzt leider nur ungenügend oder gar nicht erforscht sind. Wie ich schon erwähnt habe, stammen auch meine Funde nur aus einem ganz kleinen Teile des nivalen Gebietes und sicher werden spätere Untersuchungen faunistisch und biologisch überraschende Resultate zu Tage fördern.

LITERATUR-VERZEICHNIS

1. Agren, H. *Lappländische Collembolen.* Arkiv for Zoologi. 1905.
2. Bachmetjew, P. *Das vitale Temperaturminimum bei Insekten, abhängig von der Zeit.* Soc. entomologica, Jhrg. 15, 1900.
3. Bachmetjew, P. *Experimentelle biologische Studien an Insekten.* München, 1900.
4. Bæbler, E. *Die wirbellose, terrestrische Fauna der nivalen Region.* Rev. suisse Zool., Vol. 18, 1910.
5. Bœrner, C. *Zur Kenntnis der Apterygotenfauna von Bremen und der Nachbardistrikte.* Abhandlg. Naturwiss. Verein. Bremen. Bd. 17, 1901.
6. Bœrner, C. *Neue Collembolenformen und zur Nomenklatur der Collembolen.* Zool. Anz., Bd. 24, p. 696, 1901.
7. Bœrner, C. *Vorläufige Mitteilung über einige neue Aphorurinen und zur Systematik der Collembolen.* Zool. Anz., Bd. 24, p. 1, 1901.
8. Bœrner, C. *Ueber das Antennalorgan III der Collembolen und die systematische Stellung der Gattungen Tetracanthella und Actaletes.* Zool. Anz., Bd. 25, p. 92, 1902.
9. Bœrner, C. *Neue altweltliche Collembolen nebst Bemerkungen zur Systematik der Isotominen und Entomobryinen.* Sitzgsber. Natf. Freunde, Berlin, Jahrg. 1903.
10. Bœrner, C. *Das System der Collembolen.* Mitt. Nathist. Mus. Hamburg, Bd. 7, 1905.
11. Carl, J. *Ueber schweizerische Collembola.* Revue suisse Zool., Vol. 7, 1899.
12. Carl, J. *Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Collembolenfauna der Schweiz.* Revue suisse Zool., Vol. 9, 1901.
13. Collinge, W. und Shœbotham, J. W. *Description of two new species of Collembola.* Journ. of. Economic. Biol., 1909.
14. Désor, E. *Nouvelles excursions et séjours dans les Alpes.* 1845.
15. Désor, E. *Excursions et séjours sur la mer de glace au Lauteraar et Finsteraar.* 1846.

16. Folsom, J. *North american collembolous insects of the subfamiliaes Achorutinae, Neanurinae and Podurinae.* Proc. of the U. S. nat. Mus., Vol. 50, 1916.
17. Haller, G. *Entomologische Notizen.* Mitt. schweiz. entomol. Ges., Jahrg. 1880.
18. Henzi, R. *Ueber Podura similata.* Mitt. der natf. Ges. Bern. 1870.
19. Krausbauer, Th. *Die Collembolen der Lahngegend.* Marburg, 1902.
20. Latzel, R. *Massenerscheinungen von schwarzen Schneeflöhen in Kärnthen.* Karinthia II. Jg. 1907.
21. Latzel, R. *Massenerscheinungen von Collembolen auf Schnee und Eis.* Karinthia II. Klagenfurth. Jg. 1907.
22. Lie-Petterson, O. J. *Norges Collembola.* Bergens Mus. Åarbog. 1896.
23. Linnaniemi (Axelson), M. W. *Die Apterygotenfauna Finnlands.* Acta. soc. scient. Fennicae. Tom. 34. Helsingfors, 1907/14.
24. Lubbock, J. *Monograph of the Collembola and Thysanura.* Ray Soc., 1873.
25. Mühlberg, F. *Massenhaftes Auftreten von Gletscherflöhen auf vermoderten Eisenbahnschwellen bei Wildegg.* Mitt. aarg. naturf.-Ges., 1909.
26. Nicolet, H. *Note sur la Desoria saltans, Insecte de la famille des Podurelles.* Bibl. Univers. Genève, 1841.
27. Nicolet, H. *Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles.* Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. für die ges. Natw. Bd. 6, 1842.
28. Papon, J. *Ueber eine im Februar 1855 bei Chur beobachtete Desoria.* Jahresber. der natf. Ges. Graubündens, 1856.
29. Perty, M. *Ein neue Poduride in grosser Zahl erschienen.* Mitt. d. natf. Ges. Bern, 1849.
30. Poppe und Schäffer, C. *Die Collembolen der Umgegend von Bremen.* Abhandl. des naturwiss. Ver. Bremen. Bd. 14, 1897.
31. Provazek, S. *Bau und Entwicklung der Collembolen.* Arbeiten zool. Forsch. Wien, 1900.
32. Reuter, O. M. *Finnlands Collembolen och Thysanuren.* Acta. soc. pro Fauna et Flora fennica. Bd. 11, 1895.
33. de Rougemont, Ph. *Lettre sur une pluie des Podurelles.* Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel, Vol. 8, 1870.
34. Schäffer, C. *Die Collembolen der Umgebung von Hamburg.* Jahrb. der Hamburger. wiss. Anst., 1895.

35. Schäffer, C. *Ueber württembergische Collembolen.* Jahreshefte des Ver. für vaterl. Naturk. in Württemberg., Bd. 56, 1900.
36. Schäffer, C. *Die arktischen und subarktischen Collembolen.* In: Fauna arctica, Bd. 1, 1900.
37. Schœtt, H. *Zur Systematik und Verbreitung palaearktischer Collembolen.* Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. 25, 1892.
38. Schœtt, H. *Etudes sur les Collemboles du Nord.* Bih. till K. Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. 28, 1902.
39. Schœtt, H. *Collembola på Snö och is.* Entomol. Tidskr. Årg. 17, 1896.
40. Trægarth, J. *Zur Kenntnis der litoralen Arten der Gattung Bdella* Latr. Bih. till K. Svensk. vet. Akad. Handl. Bd. 27, 1901/02.
41. Trouessart, E.-L. *Note sur une grande espèce de Bdella maritime, originaire d'Islande.* Journ. Anat. et Physiol. (Robin), Tome 30, 1894.
42. Tullberg, T. *Sveriges Podurider.* Kongl. Svensk. vet. Akad. Handl. Bd. 10, 1871.
43. Tullberg, T. *Collembola borealia.* Ofversigt af K. vet. Akad. Förhandl. Årg. 33, 1876.
44. Vogler, O. *Eine merkwürdige Naturerscheinung.* Denkschr. an den 50-jähr. Bestand des nat.-hist. Mus. Schaffhausens. 1893.
45. Vogler, O. *Les Podurelles de la neige rouge.* Bull. Soc. vaud. Sc. nat., Vol. 31, 1895.
46. Vogler, O. *Beiträge zur Kenntnis der Springschwänze.* Ill. Entomol. Wochenschrift, Neudamm, Vol. 1, 1896.
47. Willem, V. *Recherches sur les Collemboles et les Thysanures.* Mém. couronné et mém. des sav. étrang. Acad. Sc. Belgique. Tom. 58, 1900.

FIGURENERKLÄRUNG

Tafel 1.

Fig. 1. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Tier von oben.
Fig. 2. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Tier von der Seite.
Fig. 3. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Antenne.
Fig. 4. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Postantennalorgan.
Fig. 5. — *Tetracanthella alpina* Carl. Fussglied mit Klaue und Empodialanhang.
Fig. 6. — *Tetracanthella afurcata* n. sp. Fussglied mit Klaue und Empodialanhang.
Fig. 7. — *Agrenia bidenticulata* Tullb. Ende von Ant. IV.
Fig. 8. — *Agrenia bidenticulata* Tullb. Mucro.
Fig. 9. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Körperende mit Analdornen.
Fig. 10. — *Tetracanthella alpina* Carl. Furca.
Fig. 11. — *Tetracanthella alpina* Carl. Körperende mit Analdornen.
Fig. 12. — *Agrenia bidenticulata* Tullb. Ant. III mit Antennalorgan.
Fig. 13. — *Onychiurus zschokkei* n. sp. Fussglied mit Klaue und Empodialanhang.
Fig. 14. — *Tetracanthella afurcata* n. sp. Antenne.
Fig. 15. — *Tetracanthella alpina* Carl. Ant. III mit Antennalorgan.
Fig. 16. — *Isotomurus alticolus* Carl. Postantennalorgan.
Fig. 17. — *Isotomurus alticolus* Carl. Ant. III mit Antennalorgan.
Fig. 18. — *Isotomurus alticolus* Carl. Abdominale Bothriotriche.
Fig. 19. — *Isotomurus alticolus* Carl. Fussglied mit Klaue und Empodialanhang.
Fig. 20. — *Agrenia bidenticulata* Tullb. Fussglied mit Klaue und Empodialanhang.
Fig. 21. — *Agrenia bidenticulata* Tullb. Postantennalorgan.
Fig. 22. — *Tetracanthella afurcata* n. sp. Antennenbasis, Postantennalorgan und Ocellen.
Fig. 23. — *Isotomurus alticolus* Carl. Mucro.
Fig. 24. — *Isotomurus alticolus* Carl. Corpus tenaculum und Ramus.
Fig. 25. — *Tetracanthella alpina* Carl. Habitus.
Fig. 26. — *Tetracanthella afurcata* n. sp. Körperende mit Analdornen.
Fig. 27. — *Tetracanthella afurcata* n. sp. Habitus.